

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Masayuki SUGIE)
)
Serial No.: Not yet assigned) Group: Not yet assigned
) Examiner: Not yet assigned
Filed: Concurrently herewith)
) Our Ref: B-5319 621548-3
For: "THREAD MACHINING CONTROL)
METHOD AND APPARATUS THEREFOR") Date: December 9, 2003

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119

MAIL STOP PATENT APPLICATION
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450


Sir:

- [X] Applicants hereby make a right of priority claim under 35
U.S.C. 119 for the benefit of the filing date(s) of the
following corresponding foreign application(s):

<u>COUNTRY</u>	<u>FILING DATE</u>	<u>SERIAL NUMBER</u>
JAPAN	27 December 2002	2002-379109

- [] A certified copy of each of the above-noted patent
applications was filed with the Parent Application
No. _____.
- [X] To support applicant's claim, a certified copy of the above-
identified foreign patent application is enclosed herewith.
- [] The priority document will be forwarded to the Patent Office
when required or prior to issuance.

Respectfully submitted,


Mavis S. Gallenson
Attorney for Applicant
Reg. No. 32,464

LADAS & PARRY
5670 Wilshire Boulevard
Suite 2100
Los Angeles, CA 90036
Telephone: (323) 934-2300
Telefax: (323) 934-0202

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 2 7 日
Date of Application:

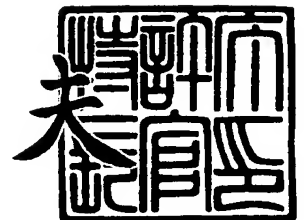
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 7 9 1 0 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 7 9 1 0 9]

出 願 人 オークマ株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 1 0 月 1 7 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 OK7702

【提出日】 平成14年12月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B23Q 15/08

【発明の名称】 ねじ切り加工制御方法及びその装置

【請求項の数】 3

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県丹羽郡大口町下小口五丁目 2 5 番地の 1 オーク
マ株式会社内

【氏名】 杉江 正行

【特許出願人】

【識別番号】 000149066

【氏名又は名称】 オークマ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078776

【弁理士】

【氏名又は名称】 安形 雄三

【選任した代理人】

【識別番号】 100114269

【弁理士】

【氏名又は名称】 五十嵐 貞喜

【選任した代理人】

【識別番号】 100093090

【弁理士】

【氏名又は名称】 北野 進

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 010836

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9007002

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ねじ切り加工制御方法及びその装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 主軸回転数指令(S)に応じて主軸を回転させる主軸回転制御手段と、主軸位置(APA-S)を検出する主軸位置検出手段と、該主軸位置検出手段により得られる実主軸回転移動量(ΔS)とネジピッチ指令(P)とから送り軸の移動量を算出し、送り軸を駆動制御する送り軸駆動制御手段とを具備し、主軸回転と送り軸移動により、ネジ切削加工を行うネジ切り加工装置のねじ切り加工制御方法であって、

ネジ切削時の主軸位置(APA-S)と送り軸位置(Z)との相対位相誤差を主軸位置(回転角)で算出し、該相対位相誤差量を主軸位置に対し誤差補償した擬似主軸位置(APA-S')に基づいて送り軸の移動量を算出することを特徴とするねじ切り加工制御方法。

【請求項 2】 主軸回転数指令(S)に応じて主軸を回転させる主軸回転制御手段と、主軸位置(APA-S)を検出する主軸位置検出手段と、該主軸位置検出手段により得られる実主軸回転移動量(ΔS)とネジピッチ指令(P)とから送り軸の移動量を算出し、送り軸を駆動制御する送り軸駆動制御手段とを具備し、主軸回転と送り軸移動により、ネジ切削加工を行うネジ切り加工装置であって、

前記主軸回転移動量(ΔS)から実主軸回転数(Sv_n)を算出する実主軸回転数算出手段と、前記実主軸回転数(Sv_n)と前記ネジピッチ指令(P)とから前記送り軸の移動速度指令(Zv)を算出する送り軸移動速度指令算出手段と、該移動速度指令(Zv)と送り軸を加減速するための加減速時定数(Tz)とから送り軸移動速度に相関して発生する加減速追従誤差(ϵz)を算出する加減速追従誤差算出手段と、前記加減速追従誤差(ϵz)から主軸位置に換算した相対位相誤差(ϵs)を算出する位相誤差補償値算出手段と、前記主軸位置(APA-S)から前記相対位相誤差(ϵs)を減算し擬似主軸位置(APA-S')を算出する減算手段を備え、前記擬似主軸位置(APA-S')と前記ネジピッチ指令(P)とから送り軸の移動量を算出することを特徴とするねじ切り加工装置。

【請求項 3】 前記主軸回転数指令(S)を所定の周期で速度変動させる主軸速度

指令変動手段を備えたことを特徴とする請求項 2 記載のネジ切り加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、数値制御工作機械のネジ切り加工の制御方法及びその装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来のねじ切り加工制御方法は、主軸回転数指令Sに応じて主軸を回転させ、主軸位置が所定の位置M（一般的にはマーカ位置と呼ばれる）に達したのち、主軸回転角とネジピッチ指令Pを乗算して送り軸移動量を算出し、送り軸を駆動制御するようにしている。つまり、主軸速度をマスターとして、送り軸がスレーブとして制御されている。以降、図 3 のブロック図を用いて従来技術を説明する。

【0 0 0 3】

主軸 6 は、別途加工プログラムで指示された主軸回転数指令Sに基づき主軸速度制御部 5 を介して回転制御され、主軸位置検出部 8 は、主軸位置検出器（P G）7 からの検出信号を用いて主軸位置APA-Sを検出している。プログラム解析部 1 にて、加工プログラムを解析し、ネジ切削加工指令が解析されるとネジピッチデータPが含まれたネジ切削指令をネジ切削制御部 2 へ送出する。ネジ切削制御部 2 は、主軸位置検出部 8 からの主軸位置APA-Sに基づき所定の回転角（マーカ位置）に達したのちネジ切削加工を開始し、以降、主軸位置APA-Sの変化量 Δ APA-SとネジピッチデータPを乗算した送り軸（Z軸）移動量 Δ Zを算出し、Z軸位置制御部 3 へ送出する。Z軸位置制御部 3 は、送り軸移動量 Δ Zに基づいて、Z軸 4 を位置制御する。

【0 0 0 4】

上述した従来技術によれば、主軸速度をマスターとして、送り軸がスレーブとして制御されるから、主軸を所定の回転数で動作させてネジ切り加工を行えば、主軸速度とZ軸の相対速度は一定の関係を保って動作するため加工精度の高いネジ切り加工が可能である。しかし、ネジ切りバイトのように総形形状の場合、一般的に切削ビバリが発生しやすく、結果安定したネジ切り加工が出来ないといっ

た課題があった。切削ビブりを無くす為には、主軸回転数を変化させながら加工すると安定した加工ができるといった加工技術が従来から知られているが（特許文献1参照）、ネジ切り加工においては、主軸回転数を変化させるとスレーブ軸の加減速誤差が変化し主軸位置と送り軸位置との関係において位相誤差を発生させるためネジ加工精度が著しく低下してしまうことからネジ切り加工では、主軸回転数の変更が出来なかった（特許文献2参照）。

【特許文献1】

特開昭49-105277号公報

【特許文献2】

特開2000-126991号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

本課題を図4のタイムチャートを用いて補足説明する。

主軸回転速度が Sv_1 で動作した場合、主軸が所定の位置（マーカ位置）に到達すると、送り軸は主軸回転移動量に所定のネジピッチを乗算した速度指令 Zv_1 で動作する。次に主軸回転数の速度を変化させ Sv_2 の速度で動作させると同様に主軸が所定の位置（マーカ位置）に到達すると送り軸は主軸回転移動量に所定のネジピッチを乗算した速度指令 Zv_2 で動作することになる。ここで送り軸（Z軸）の速度立ち上がりを見ると、主軸が所定の位置（マーカ位置）に到達したタイミングで動作を開始している。送り軸（Z軸）は、送り軸の加減速定数 Tz により速度指令 Zv_1 または Zv_2 に向かって加速処理を行っている。このとき速度指令 Zv_1 へ加速する場合においては Δabc 、速度指令 Zv_2 へ加速する場合においては $\Delta ab' c'$ が主軸位置に対する送り軸の追従遅れ量となる。この遅れ量は主軸位置と送り軸位置との位置関係の差となり、結果ネジ切り加工時におけるネジリード位置の位相差となる。つまり主軸速度を変化させると送り軸の速度も変化し、その結果送り軸の追従遅れ量が変わるためネジ加工ピッチの精度を悪化させることになる。

本発明の目的は主軸速度を変動させても安定したネジ切り加工を実現することにある。

【0006】

**【課題を解決するための手段】**

本発明は、ねじ切り加工制御方法に関し、本発明の上記目的は、主軸回転数指令Sに応じて主軸を回転させる主軸回転制御手段と該主軸位置APA-Sを検出する主軸位置検出手段と、該主軸位置検出手段により得られる実主軸回転移動量 ΔS とネジピッチ指令Pとから送り軸の移動量を算出し、送り軸を駆動制御する送り軸駆動制御手段を具備し、主軸回転と送り軸移動により、ネジ切削加工を行うネジ切り加工装置のねじ切り加工制御方法であって、ネジ切削時の主軸位置APA-Sと送り軸位置Zとの相対位相誤差を主軸位置APA-Sで算出し、該相対位相誤差量を主軸位置APA-Sに対し誤差補償した擬似主軸位置APA-S'に基づいて送り軸の移動量を算出することを特徴とするねじ切り加工制御方法により達成される。

また、本発明はねじ切り加工装置に関し、本発明の上記目的は、主軸回転数指令Sに応じて主軸を回転させる主軸回転制御手段と、該主軸位置APA-Sを検出する主軸位置検出手段と、該主軸位置検出手段により得られる実主軸回転移動量 ΔS とネジピッチ指令Pとから送り軸の移動量を算出し、送り軸を駆動制御する送り軸駆動制御手段とを具備し、主軸回転と送り軸移動により、ネジ切削加工を行うネジ切り加工装置であって、前記主軸回転移動量 ΔS から実主軸回転数 Sv_n を算出する実主軸回転数算出手段と、前記実主軸回転数 Sv_n と前記ネジピッチ指令Pとから前記送り軸の移動速度指令 Zv を算出する送り軸移動速度指令算出手段と、該移動速度指令 Zv と送り軸を加減速するための加減速時定数 Tz とから送り軸移動速度に相関して発生する加減速追従誤差 ϵ_z を算出する加減速追従誤差算出手段と、前記加減速追従誤差 ϵ_z から主軸位置に換算した相対位相誤差 ϵ_s を算出する位相誤差補償値算出手段と、前記主軸位置APA-Sから前記相対位相誤差 ϵ_s を減算し擬似主軸位置APA-S'を算出する減算手段を備え、前記擬似主軸位置APA-S'と前記ネジピッチ指令Pとから送り軸の移動量を算出することを特徴とするねじ切り加工装置によって達成される。

さらに、本発明の上記目的は、前記主軸回転数指令Sを所定の周期で速度変動させる主軸速度指令変動手段をさらに備えることにより、より効果的に達成される。

【0007】

【発明の実施の形態】

主軸が所定の位置（マーカ位置）を起点としたZ軸位置との位相を位相差ゼロとした時、主軸が所定の位置からZ軸が加速し定常速度に達した時の位相差 ϵ_z の一般式は下記の数式 1 となる。

$$\epsilon_z = S_v \times P \times T_z / 2 \dots\dots (数式 1)$$

但し、 S_v ：現在の主軸回転数 P ：ネジピッチ T_z ：Z軸加減速定数

※現在の主軸回転数 S_v は、主軸位置APA-Sの変化量により算出する。

従って、マーカ位置を起点としたZ軸位置との位相差をゼロとするようZ軸を立ち上げるには、マーカ位置を位相差 ϵ_z に相当する角度分を補償制御することによりマーカ位置と位置レベルで同期することになる。

なお、補償角度 ϵ_s の一般式は、下記の数式 2 により算出することができる。

$$\begin{aligned} \epsilon_s &= 360 \times \epsilon_z / P \\ &= 360 \times [S_v \times P \times T_z / 2] / P \\ &= 360 \times S_v \times T_z / 2 \dots\dots (数式 2) \end{aligned}$$

但し、360：主軸一回転分の移動角度（単位：度）

主軸回転数指令Sを主軸オーバーライトスイッチを用いて変化[主軸回転数指令S×オーバーライト値]させた現在の主軸回転数 S_{v_n} ($n=1, 2, \dots$) における主軸位置APA-SとZ軸位置の位相差 ϵ_z' は下記数式 3 により算出できる。

$$\epsilon_z' = S_{v_n} \times P \times T_z / 2 \dots\dots (数式 3)$$

上述した数式 2、数式 3 から、主軸位置APA-SとZ軸位置との位相差 ϵ_z' を主軸位置に換算した位相差 ϵ_s' は、数式 4 により算出される。

$$\begin{aligned} \epsilon_s' &= 360 \times \epsilon_z' / P \\ &= 360 \times [S_{v_n} \times P \times T_z / 2] / P \\ &= 360 \times S_{v_n} \times T_z / 2 \dots\dots (数式 4) \end{aligned}$$

従って、現在の主軸回転数 S_{v_n} の状態を検出し、数式 4 から主軸位置マーカ位置に換算した位相差 ϵ_s' を算出し、その位相差 ϵ_s' を主軸位置APA-Sに加算した擬似主軸位置APA-S' を求め、擬似主軸位置APA-S' に基づいて送り軸の移動量を算出することにより主軸位置APA-Sと送り軸との位相差発生を無くすことが出来る。

図2は、上述した本発明の動作を示すタイムチャートであり、その動作を説明する。主軸回転数指令Sにて主軸が回転しているとき、主軸オーバーライトスイッチが変更され、主軸回転数指令は主軸回転数指令S×オーバーライト値に変化し、主軸実速度 Sv_n は主軸回転数指令S×オーバーライト値に向かって徐々に減速制御される。擬似主軸位置APA-S'は、主軸実速度 Sv_n により算出される位相差を加算された速度となり、図示したように減速時は擬似主軸位置APA-S'の速度 Sv' （擬似主軸位置の速度）は図示するように実際の主軸の実速度より早く減速する（位相が進んだ状態）で減速する。なお、本発明では主軸回転数と主軸速度は実質的には同義として使用している。

一方、送り軸（Z軸）は、擬似主軸位置APA-S'に基づいて動作を開始するから主軸位置が所定の位置にくる前に動作が開始される。なお、その動作は、数式2で示されるように主軸位置が回転し所定の位置（マーク位置）にくる $[Tz/2]$ 時間前に開始されることになる。また擬似主軸速度が減速すると擬似主軸の変化も減速し送り軸の移動速度指令 Zv も減速する。実際の送り軸（Z軸）の速度 Zv' は、加減速定数分遅れるからZ軸の実送り速度 Zv' は、主軸の実速度 Sv_n と位置・位相が同期した速度となり、ネジ切削時の実際の主軸位置と送り軸が位置・位相差が発生しないネジ切り加工が実現できる。

【0008】

本発明の一実施例を図1のブロック図を用いて説明する。なお従来技術と同じ内容は説明を省略する。

主軸速度制御部5は、主軸回転数指令Sに図示しないオペレータにより主軸速度オーバーライトスイッチが変更設定され、変更された主軸速度オーバーライトスイッチにより決定される主軸オーバーライト信号とを乗算した主軸速度により主軸6を回転制御する。また、主軸位置検出部8を介して主軸位置検出器（PG）7からの検出信号である主軸位置APA-Sが検出されると微分器11により主軸の実速度 Sv_n を算出する。位相誤差補償値算出部10では、主軸の実速度 Sv_n と予め設定されている送り軸（Z軸）の加減速定数 Tz とから前記数式4を用いて位相差 $\epsilon s'$ を算出する。加算器9は、主軸位置検出部8からの主軸位置APA-Sと位相差 $\epsilon s'$ を加算し、擬似主軸位置APA-S'を算出する。ネジ切削制御部2は、擬似主軸位置APA-S'に基づいて、

所定の回転角（マーカ位置）に達したのちネジ切削加工を開始し、以降、擬似主軸位置 $APA-S'$ の変化量 $\Delta APA-S'$ とネジピッチ P を乗算した送り軸（Z軸）移動量 ΔZ を算出し、Z軸位置制御部3へ送出する。

なお、本実施例では、主軸速度制御部5への主軸速度オーバーライト信号をオペレータにより主軸速度オーバーライトスイッチの変更にて行っているが、主軸回転数指令 S を所定の周期で速度変動させるため主軸速度オーバーライト信号を時間、振幅で変動制御する主軸速度指令変動手段を設けることによりオペレータの操作を介することなく同様な制御を実現できる。

【0009】

【発明の効果】

本発明によれば、主軸速度を変動させても主軸位置と送り軸との位相差を発生させることなくネジ切り加工を実現できるから、切削ビビリを発生することなく安定したネジ切り加工が実現できるという効果がある。

また、主軸回転数を変化させてもネジ切り加工が可能となるから、加工負荷の大きい粗加工と仕上げ加工との回転数を変更することが出来るため効率的で高精度なネジ切削加工が実現できるといった効果もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明のネジ切り加工装置の一実施例を示すブロック図である。

【図2】 本発明の制御動作を示すタイムチャートである。

【図3】 従来技術におけるネジ切り加工装置の一実施例を示すブロック図である。

【図4】 従来技術におけるネジ切り加工の制御動作を示すタイムチャートである。

【符号の説明】

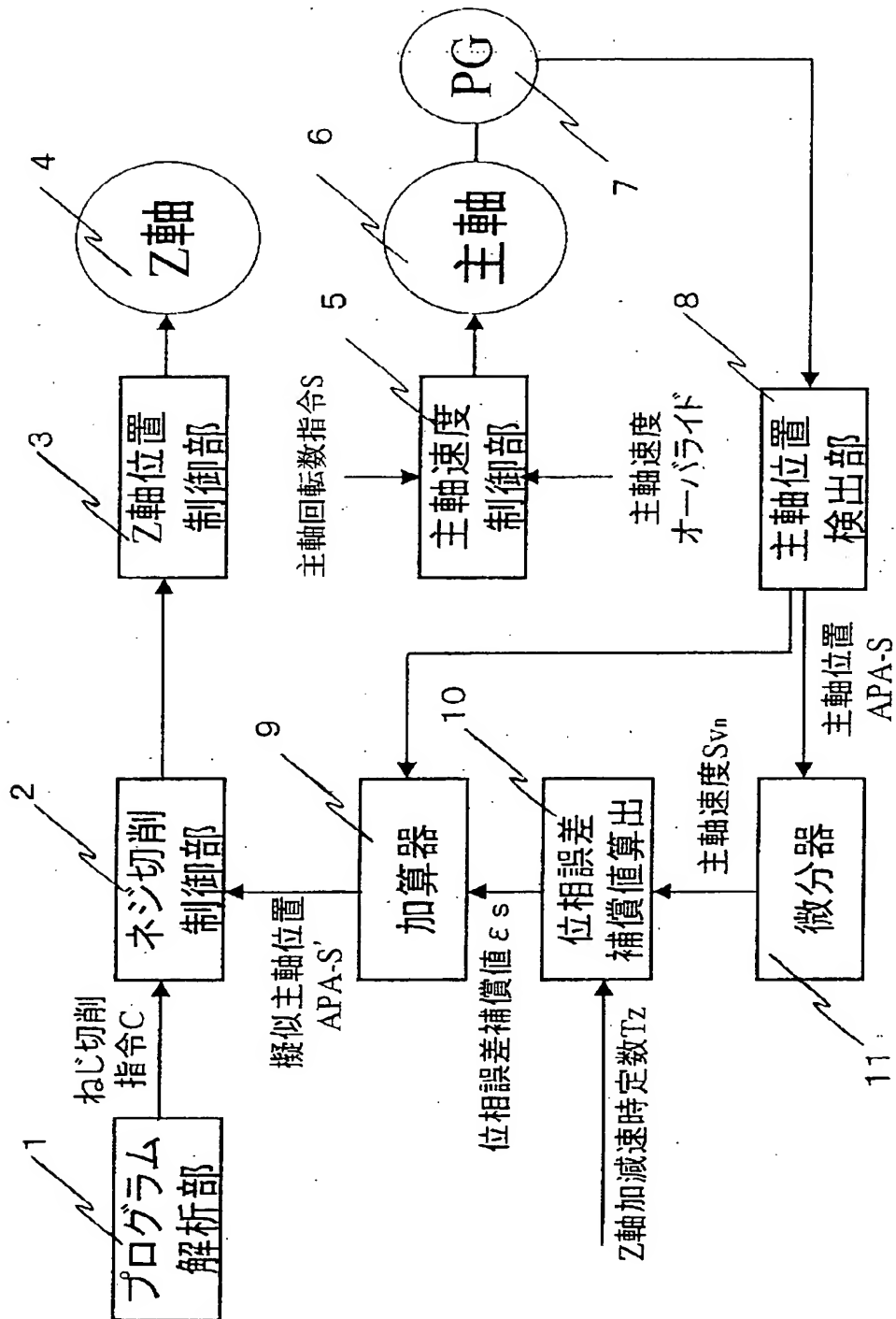
- 1 プログラム解析部
- 2 ネジ切削制御部
- 3 Z軸位置制御部
- 4 Z軸（送り軸）
- 5 主軸速度制御部



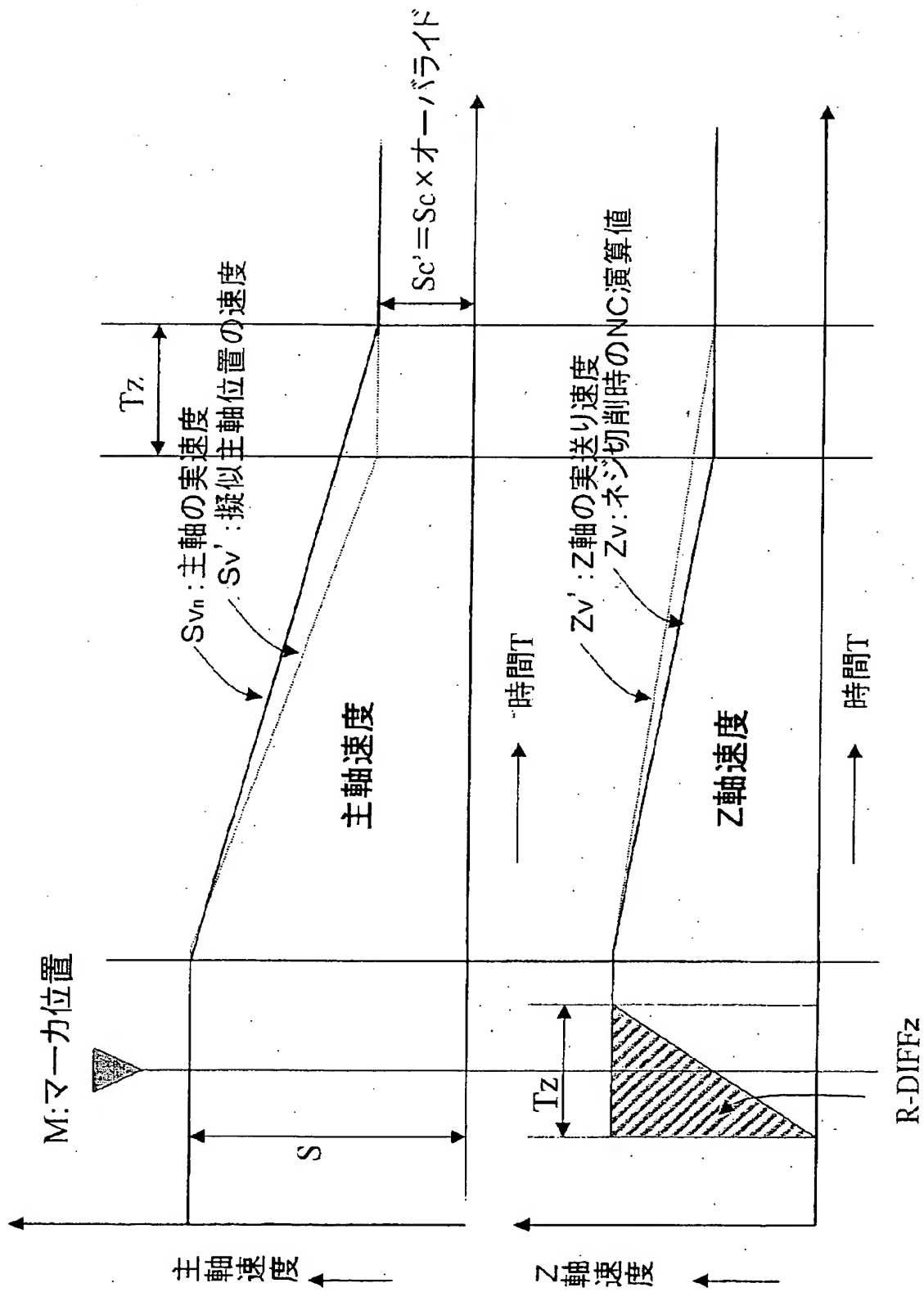
- 6 主軸
- 7 主軸位置検出器 (P G)
- 8 主軸位置検出部
- 9 加算器
- 1 0 位相誤差補償値算出部
- 1 1 微分器

【書類名】 図面

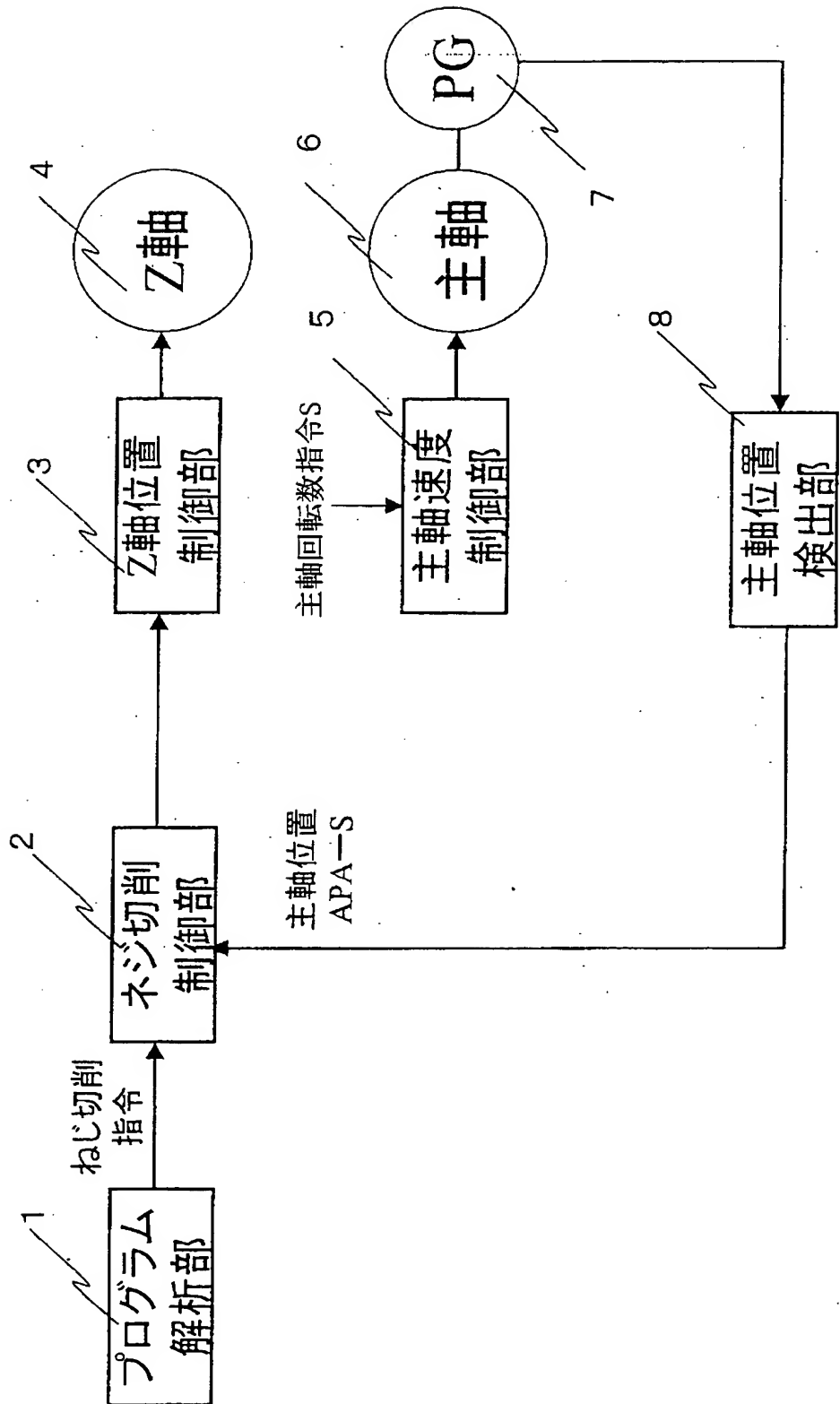
【図 1】



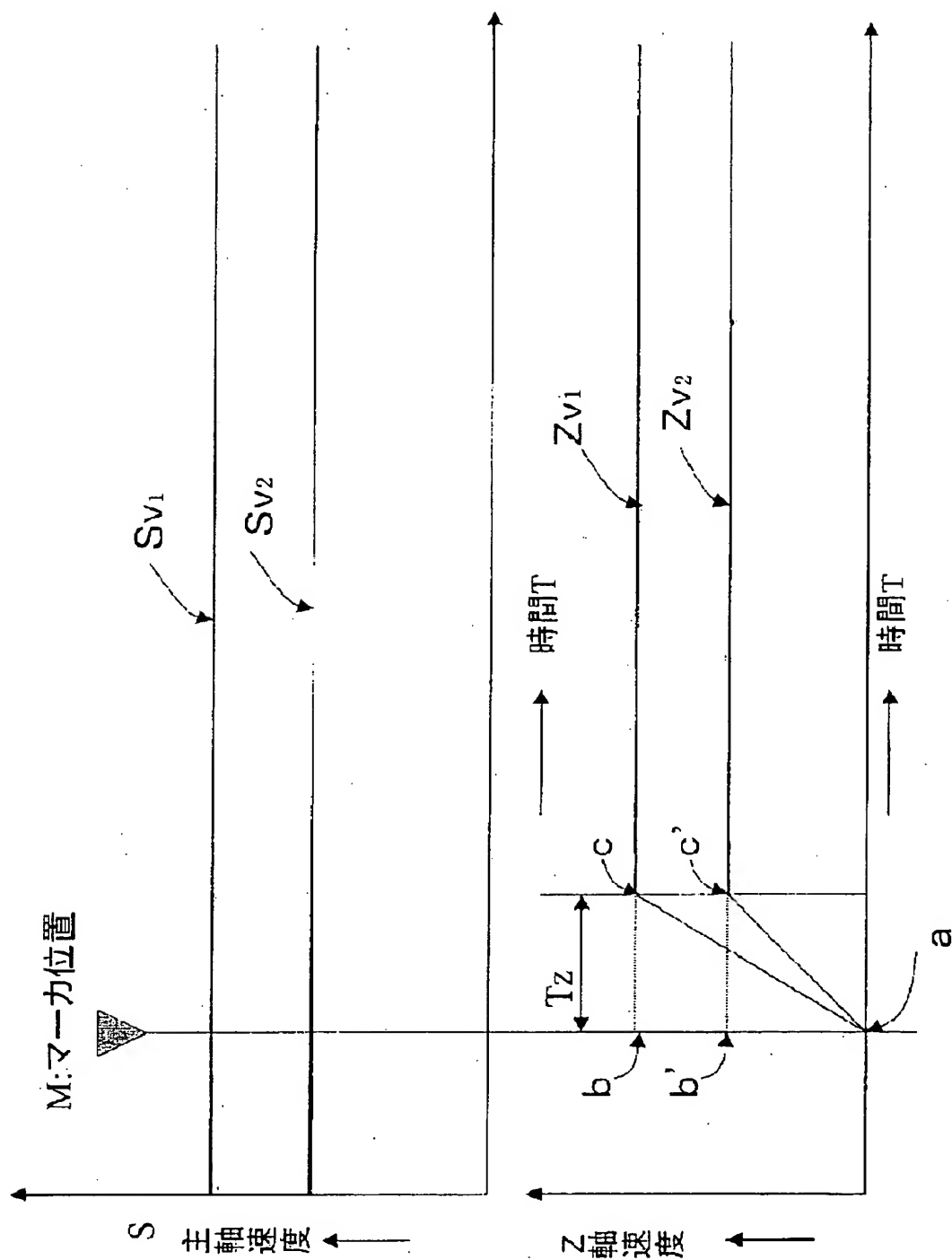
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 切削ビバリが発生しやすいネジ切り加工において、主軸回転数を変化させながら加工することにより切削ビバリを抑制し安定したネジ切り加工を実現したいが、主軸速度の変化により主軸と送り軸の位相誤差が発生しが発生することから出来なかった。

【解決手段】 主軸回転と送り軸移動により、ネジ切削加工を行うネジ加工装置において、ネジ切削時の主軸位置APA-Sと送り軸位置Zとの相対位相誤差を主軸位置APA-Sで算出し、該相対位相誤差量を主軸位置APA-Sに対し誤差補償した擬似主軸位置APA-S' に基づいて送り軸の移動量を算出することにより達成する。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 2 - 3 7 9 1 0 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 4 9 0 6 6]

1. 変更年月日 1 9 9 1 年 5 月 1 4 日
 [変更理由] 名称変更
 住 所 愛知県名古屋市北区辻町 1 丁目 3 2 番地
 氏 名 オークマ株式会社

2. 変更年月日 2 0 0 1 年 7 月 2 日
 [変更理由] 住所変更
 住 所 愛知県丹羽郡大口町下小口五丁目 2 5 番地の 1
 氏 名 オークマ株式会社